

45.0.00



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 27 556 A 1

51 Int. Cl. 7: D1
B 01 F 5/06

21 Aktenzeichen: 199 27 556.4
22 Anmeldetag: 18. 6. 1999
23 Offenlegungstag: 28. 12. 2000

DE 199 27 556 A 1

71 Anmelder:
Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH, 55129 Mainz,
DE
72 Vertreter:
Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

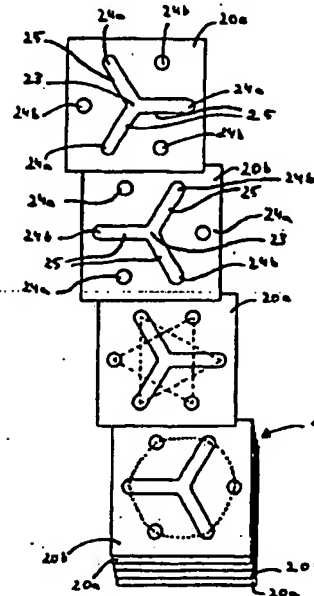
73 Erfinder:
Ehrfeld, Wolfgang, Prof. Dr., 55124 Mainz, DE;
Michel, Frank, Dr., 55268 Nieder-Olm, DE; Hessel,
Volker, Dr., 65510 Hünstetten, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Statischer Mikromischer

57 Mikromischer dienen dem Mischen von Edukten und werden beispielsweise zusammen mit Wärmetauschern als Mikroreaktoren verwendet. Die herkömmlichen statischen Mikromischer nutzen das Prinzip der Multilaminatation aus, um ein schnelles Mischen über Diffusion zu erlauben. Der Fluiddurchsatz, der bei herkömmlichen Mikromischern sehr begrenzt ist, soll erhöht werden. Außerdem soll die Homogenität des Mischprodukts erhöht werden. Der statische Mikromischer für zwei oder mehr Edukte weist zu einem Stapel (15) angeordnete Platten (20, 21, 22) auf. Diese Platten (20, 21, 22) weisen Ausnehmungen (24, 25) im Millimeter- bis Submillimeterbereich auf, die zusammen einen Hauptkanal (23) zum Abführen des Produkts und Nebenchäle zum Zuführen der einzelnen Edukte bilden. Diese Kanäle erstrecken sich durch den gesamten Stapel (15). In manchen Platten (20a-d) sind außerdem längliche Ausnehmungen vorhanden, die eine Verbindung zwischen dem Hauptkanal (23) und den Nebenchälen eines Eduktes bilden. Der Mikromischer kann in der kombinatorischen Chemie für die Erzeugung von Emulsionen und Gasflüssigdispersionen und in der Gasphasenkatalyse im großtechnischen Maßstab wie z. B. der Arzneimittelherstellung verwendet werden.



DE 199 27 556 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen statischen Mikromischer für zwei oder mehr Edukte sowie ein Verfahren zum Mischen zweier oder mehrerer Edukte.

Mikromischer bilden eine Hauptkomponente sogenannter Mikroreaktoren, die über dreidimensionale Mikrostrukturen verfügen, in denen chemische Umsetzungen durchgeführt werden. Wachsende Bedeutung erlangen die Mikroreaktoren beispielsweise in der kombinatorischen Chemie für die Erzeugung von Emulsionen und Gasflüssigdispersionen und in der Gasphasenkatalyse.

Bei statischen Mischern wird dabei das Mischen durch Aufteilen des Fluides in Teilströme und Wiederzusammenführen der Teilströme bewerkstelligt. Bei dynamischen Mischern hingegen geschieht das Mischen beispielsweise mittels Rührer hauptsächlich über Konvektion. Häufig weisen statische Mikromischer sehr komplexe Mikrostrukturen auf, die leicht beschädigt werden können und sich schlecht reinigen lassen.

Ein statischer Mischer, der einfach und kostengünstig herzustellen ist und sich leicht reinigen läßt, wird in der US-PS 4,514,095 vorgestellt. Der dortige Mischer weist einen röhrenförmigen Behälter mit einer Zu- und einer Ableitungsöffnung in seiner Deckel- bzw. Bodenplatte auf. In diesem röhrenförmigen Behälter sind kreisförmige Mischplatten mit Durchlaßöffnungen übereinandergestapelt. Ein eingeleiteter Eduktstrom, der aus einer beliebigen Anzahl verschiedener Edukte bestehen kann, wird durch eine erste Mischplatte in einen zentralen und mehrere periphere Ströme aufgespalten. In den nächsten Mischplatten werden die vorher gebildeten Periphereströme ohne Veränderung durchgeleitet, während der zentrale Eduktstrom über sternförmig verlaufende Kanäle, die in Richtung Plattenrand verlaufen, und über periphere Durchgangsöffnungen in weitere Periphereströme aufgespalten wird. Die Gesamtheit der Periphereströme wird anschließend wieder zu einem zentralen Strom vereint. Dieser Mischprozeß wird in mehreren Mischzonen nach dem oben beschriebenen Stromverlauf fortgesetzt.

Dieser Mischer hat allerdings einen gravierenden Nachteil: Um einen möglichst homogenen Mischungsgrad zu erreichen, müssen sehr viele Mischzonen hintereinandergeschaltet werden. Außerdem hängt der erreichbare Mischungsgrad davon ab, wie gut die Edukte vor der Zuführung schon vorgemischt wurden. Besonders problematisch ist die Situation, wenn zwischen den Edukten unterschiedliche Reaktionen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten nebeneinander ablaufen, vor allem wenn die Diffusionsgeschwindigkeit kleiner als ein oder als mehrere der Reaktionsgeschwindigkeiten ist. Dies kann zu einer Verminderung der Selektivität und damit der Ausbeute führen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Mikromischer bereitzustellen bzw. ein Verfahren durchzuführen, die es erlauben, Edukte in kürzester Zeit möglichst homogen zu mischen, und die es erlauben, auch Reaktionen, deren Reaktionsgeschwindigkeit hoch gegenüber der Diffusionsgeschwindigkeit ist, gezielt ablaufen zu lassen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen statischen Mikromischer für n ($n \geq 2$) Edukte, der ein Gehäuse mit n Fluidzuführungen und einer Fluidabführung sowie n oder mehr in Gehäuse zu einem Stapel angeordneter Platten aufweist, wobei die Platten Ausnehmungen im Millimeter- bis Submillimeterbereich aufweisen, die zusammen einen Hauptkanal zum Abführen des Produkts und mindestens n Nebenkanäle zum Zuführen jedes einzelnen Edukts bilden, die sich durch den gesamten Stapel erstrecken, und wobei in mindestens n der Platten zur Bildung von Mischplatten für ein Edukt eine

oder mehrere längliche Ausnehmungen im Millimeter- bis Submillimeterbereich vorhanden sind, die sich jeweils von dem Hauptkanal zu dem oder den Nebenkanälen dieses Edukts erstrecken.

Die Aufgabe wird außerdem durch ein Verfahren zum statischen Mischen zweier oder mehrerer Edukte gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, daß aus jedem Edukt mindestens ein Hauptstrom gebildet wird, aus dem mindestens ein Teilstrom abgezweigt wird, und die Teilströme aller Edukte in einem Produktstrom vereinigt werden, wobei die einzelnen Edukteilströme der Reihe nach abwechselnd dem Produktstrom zugeführt werden.

Dieses Verfahren läßt sich mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung folgendermaßen durchführen:

Jedes Edukt wird dem Mikromischer zugeführt und auf mindestens einen Nebenkanal verteilt. In den Nebenkanälen fließen die Edukthauptströme. An der Stelle eines Nebenkanals, an dem eine Mischplatte eine längliche Ausnehmung aufweist, die sich von genau diesem Nebenkanal zum Hauptkanal erstreckt, wird mindestens ein Teilstrom dieses Eduktes aus dem Hauptstrom abgezweigt und zum Hauptkanal geführt. In dem Hauptkanal fließt der Produktstrom.

Die Fluidschichtdicke oder auch Tröpfchengröße, bei Emulsionen oder Dispersionen, der dem Produktstrom zugeführten Edukte wird hauptsächlich durch die Dicke der Mischplatten bestimmt. Die Lateralabmessungen der Ausnehmungen sind hierfür ohne Belang und vergleichsweise groß. Eine besonders gute und schnelle homogene Vermischung erreicht man nämlich dadurch, daß der Druckabfall der Hauptströme ungefähr gleich dem Druckabfall des Produktstromes ist und dieser klein gegenüber dem Druckabfall der Teilströme ist. Durch diese Maßnahmen und durch das der Reihe nach abwechselnde Zuführen der Edukteilströme werden im Hauptkanal Fluidlamellen geringer Dicke in Strömungsrichtung übereinandergeschichtet, die wegen der geringen Lamellendicken auch bei niedrigeren Diffusionsgeschwindigkeiten sehr schnell ineinanderdiffundieren können. Typische Lamellendicken und damit auch Mischplattendicken liegen zwischen 1 bis 300 μm , vorteilhaft zwischen 5 und 70 μm .

Der Homogenisierungs- und Mischeffekt des Mischers läßt sich durch Verringern der Mischplattendicke noch steigern. Vorteilhaft wird über die Mischplattendicke die Schichtdicke der Teilströme derart eingestellt, daß die Mischung überwiegend durch Diffusion und in geringem Maße durch Konvektion stattfindet.

Prinzipiell reicht es, für jedes Edukt eine Mischplatte zu haben, aber der Durchsatz bei konstantem Druckverlust wird sehr viel größer, wenn man bis zu mehreren hundert dieser Platten übereinander stapelt. Wegen der geringen Mischplattendicke wird der gesamte Stapel dennoch nur wenige Millimeter hoch. Durch das Verhältnis der Lateralabmessungen der Ausnehmungen zur Dicke der Mischplatten wird außerdem gewährleistet, daß der erfindungsgemäße Mikromischer einen hohen Durchsatz (beispielsweise ca. 5 l/h) bei gleichzeitig geringem Druckabfall (beispielsweise maximal 200 hPa für wäßrige Medien) erlaubt.

Die Strukturen in den Platten lassen sich kostengünstig durch Stanzen, Stanzprägen, Spritzgießen, Ätzen oder Ausschneiden mittels eines Lasers oder auch durch Drahtcodieren im Stapel fertigen.

Um den Durchsatz noch weiter zu erhöhen, kann auch eine größere Anzahl von erfindungsgemäßen Mikromischern parallel geschaltet werden. Durch den sehr hohen Durchsatz erschließen sich dem erfindungsgemäßen Mikromischer zahlreiche Anwendungen in Produktionsprozessen der chemischen Industrie.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den Hauptkanal zen-

tral längs der Stapelachse anzuordnen. Die Nebenanäle sind dabei außen um den Hauptkanal herum angeordnet. Existieren zu einem Edukt mehrere Nebenanäle in einer Mischplatte, so werden diese am besten äquidistant zur Hauptleitung angeordnet, um in allen Teilströmen des Edukts einen gleichen Druckabfall zu gewährleisten. Die länglichen Ausnehmungen, in denen die Teilströme fließen, erstrecken sich radial vom Hauptkanal zum jeweiligen Nebenanal.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Anordnung der Ausnehmungen in den einzelnen Mischplatten dreh-symmetrisch zur Stapelachse ist. Dies wirkt sich nicht nur positiv auf den Druckabfall aus, sondern vereinfacht auch die Herstellung der einzelnen Platten. Denn es können nun baugleiche Einzelplatten verwendet werden, die gegeneinander verdreht die einzelnen Einzelplatten mit unterschiedlichen Edukten versorgen.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind eine oder mehrere die Stirnseiten des Stapels bildenden Platten als Verteilerplatten ausgebildet. Diese eine oder mehreren Verteilerplatten weisen je nach Anzahl der Nebenanäle für das jeweilige Edukt eine oder mehrere Ausnehmungen auf, die sich von der Fluidzuführung dieses Edukts zu den oder dem Nebenanälen dieses Edukts erstrecken. Je nach Anzahl der Edukte und Anzahl der Verteilerplatten bzw. je nachdem, ob an der bestimmten Stirnseite des Stapels auch die Fluidabführung für den Produktstrom angeordnet ist, die mit dem Hauptkanal in Verbindung steht, weist eine Verteilerplatte auch weitere Ausnehmungen zur Bildung der Nebenanäle der übrigen Edukte und/oder des Hauptkanals auf. Die Verteilerplatten tragen dazu bei, die Edukte gleichmäßig und mit möglichst geringem Druckverlust von den Fluidzuführungen auf die Nebenanäle zu verteilen sowie das Mischprodukt zur Vermeidung von Folgereaktionen möglichst schnell und frei von Totvolumen abzuführen.

Eine möglichst gleichmäßige Eduktverteilung kann erreicht werden, wenn die fluidischen Widerstände in den Ausnehmungen der Verteilerplatten klein gegenüber den fluidischen Widerständen in den länglichen Ausnehmungen der Mischplatten sind. Dies wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß die Plattendicke der Verteilerplatten groß gegenüber der Plattendicke der Mischplatten ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist zwischen mindestens zwei Mischplatten eine Zwischenplatte angeordnet, die für jeden Nebenanal und den Hauptkanal genau eine Ausnehmung aufweist. Bevorzugterweise befindet sich zwischen allen Mischplatten eine solche Zwischenplatte. Durch das Einfügen der Zwischenplatte durchläuft der Produktstrom einen kurzen Abschnitt des Hauptkanals, in dem die sich schon im Produktstrom befindlichen Edukte vermischen können, bevor das nächste Edukt zugeführt wird.

Vorzugsweise weist in der Zwischenplatte die Ausnehmung für den Hauptkanal eine geringere Querschnittsfläche auf als die entsprechende Ausnehmung in der in Strömungsrichtung davor angeordneten Mischplatte. Dadurch wird erreicht, daß das Edukt gleichmäßig über den Umfang des Hauptkanals verteilt ist. Da die in Strömungsrichtung folgenden Mischplatten die Edukte in der Plattenebene um einen Winkel versetzt zuführen, besteht die Gefahr, daß sich die Edukte in axialen Streifen (wie bei Zahnpasta) aneinanderlagern. Durch das Einfügen einer Zwischenplatte mit engerer Hauptkanalausnehmung wird gewährleistet, daß erst die Teilströme zusammenfließen und sich dann das Edukt von allen Seiten gleichmäßig auf die kleinere Ausnehmung in der Zwischenplatte zu bewegt und dabei eine über den Umfang der Ausnehmung gleichmäßige Strömung entwickelt.

Am günstigsten für die Druck- und Strömungsverhältnisse ist es, wenn die Plattendicke der Zwischenplatten den Plattendicken der Mischplatten entspricht. Außerdem wird dadurch vermieden, daß die Abmessungen des Mikromischers zu groß werden.

Durch gedankliches Verschmelzen von Misch- und Zwischenplatte entsteht eine Kombiplatte, die Durchbrüche für Haupt- und Nebenanäle, aber nicht durchgehende längliche Ausnehmungen (Senkungen) zwischen dem Hauptkanaldurchbruch und den Nebekanaldurchbrüchen aufweist. Hierfür besonders geeignete Herstellungsverfahren sind das Stanzprägen oder das Spritzgießen.

In einer besonderen Ausgestaltung einer Kombiplatte zweigen vom Nebekanaldurchbruch zwei oder mehr längliche Ausnehmungen ab, so daß aus dem Hauptstrom des Edukts zwei oder mehr Teilströme abgezweigt und dem Hauptkanal zugeführt werden. Es ist auch denkbar, daß die den Nebekanaldurchbruch mit dem Hauptkanaldurchbruch verbindende Ausnehmung in der Art der Bifurkationskaskade ausgebildet ist. Hierbei wird ein Teilstrom vom Hauptstrom des Edukts abgezweigt und in 2ⁿ Teilströme (n = Anzahl der Stufen der Bifurkationskaskade) aufgeteilt. Hierdurch weisen die so erhaltenen Teilströme, die dem Produktstrom zugeführt werden, identische Volumenströme auf.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird eines der Edukte dem Stapel radial von außen zugeführt. Dabei werden die zu diesem Edukt gehörenden Nebenanäle als Aussparungen am Rand der Platte ausgebildet. Eine Ausnahme bilden dabei die Mischplatte, die die Teilströme dieses Edukts führen. Bei diesen Mischplatten und allen anderen Ausnehmungen handelt es sich sonst bevorzugt um Durchbrechungen.

Diese Ausführungsform eignet sich besonders gut für die Vermischung von zwei Edukten. In diesem Fall ist die Fluidabführung für den Produktstrom an einer Stirnseite des Stapels angeordnet, die Zuführung für das eine Edukt an der anderen Stirnseite angeordnet und die Zuführung für das zweite Edukt seitlich am Gehäuse angeordnet. Ein zwischen der Gehäuseinnenwand und der Stapelaußenwand befindlicher Hohlraum wird vollständig von diesem zweiten Edukt ausgefüllt und daher das zweite Edukt von allen Seiten dem Stapel zugeführt.

Für die Verwendung des erfindungsgemäßen Mikromischers für stark exotherme oder endotherme Reaktionen ist es vorteilhaft, wenn in ihm ein Wärmetauscher integriert ist. Dazu können entweder die Platten zusätzliche Ausnehmungen aufweisen, um Kühl- oder Heizrohre aufzunehmen. Man kann ein solches Kühl- oder Heizrohr auch zentral im Hauptkanal anordnen, so daß der Produktstrom um dieses Heiz- oder Kühlrohr herumgeführt wird. Die Platten können auch gegeneinander, beispielsweise durch Diffusionslöten oder Diffusionsschweißen, abgedichtet werden, so daß auf Rohre verzichtet werden kann und die Kühl- oder Heizflüssigkeit direkt durch die zusätzlichen Ausnehmungen geführt werden kann.

Die vorliegende Erfindung soll anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen

Fig. 1 Mischplatten für zwei Edukte,

Fig. 2 Mischplatten für vier Edukte,

Fig. 3a eine Explosionsdarstellung eines Mikromischers für zwei Edukte mit den Einzelkomponenten im Schnitt,

Fig. 3b-h die Einzelkomponenten des Mikromischers aus Fig. 3a,

Fig. 4a ein erstes Beispiel für eine Kombiplatte, und

Fig. 4b ein zweites Beispiel für eine Kombiplatte.

In Fig. 1 ist ein Stapel 15 aus Mischplatten 20a, b für zwei Edukte A, B dargestellt. Diese Mischplatten 20a, b weisen für das Edukt A drei Ausnehmungen 24a und für das Edukt

B drei Ausnehmungen 24b auf. Die Ausnehmungen 24a, b eines Eduktes sind jeweils auf den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet. Die beiden Dreiecke sind durch gestrichelte Linien angedeutet. Beide Dreiecke sind gegeneinander um 60° verdreht. Daher liegen alle Ausnehmungen 24a, b auf einem Kreis (angedeutet durch eine gepunktete Linie), in dessen Mittelpunkt der Hauptkanal 23 angeordnet ist. Über den Hauptkanal 23 fließt das Mischprodukt ab.

Außer den Ausnehmungen 24a, b und dem Hauptkanal 23 weist jede Mischplatte 20a, b drei längliche Ausnehmungen 25 auf. Diese länglichen Ausnehmungen 25 erstrecken sich von den die Nebkanäle eines Eduktes bildenden Ausnehmungen 24a oder 24b radial nach innen zum Hauptkanal 23, wobei die Bereiche der länglichen Ausnehmungen 25 im Zentrum der Mischplatten 20a, b den Hauptkanal bilden. Die Anordnung der Ausnehmungen 24a, b, 23, 25 ist daher drehsymmetrisch um 120° zur Längsachse des Stapels 15, die längs des Hauptkanals 23 verläuft. Die Mischplatten 20a und 20b sind also baugleich. Sie sind allerdings alternierend um 180° gegeneinander verdreht übereinander angeordnet. Dadurch ergibt sich, daß jeweils die die Nebkanäle des einen und des anderen Eduktes formenden Ausnehmungen 24a und 24b deckungsgleich übereinander liegen und auch die den Hauptkanal 23 bildenden Bereiche der Ausnehmungen 25 übereinander liegen. Außerdem sind die länglichen Ausnehmungen 25 dadurch derart angeordnet, daß in den Mischplatten 20a das Edukt A aus den Nebkanälen 24a zum Hauptkanal 23 geführt wird, in den Mischplatten 20b hingegen wird das Edukt B von den Nebkanälen 24b zum Hauptkanal 23 geführt.

Dadurch werden in dem Hauptkanal 23 dünne Fluidlamellen, deren Dicke von der Mischplattendicke bestimmt wird, eines jeden Eduktes übereinandergeschichtet. Die Mischplattendicke wird so gering gewählt, vorzugsweise zwischen 5 und 70 µm, daß die beiden Edukte A und B sich mit einer Geschwindigkeit durch Diffusion mischen können, die höher als die Reaktionsgeschwindigkeit der gewünschten Reaktion zwischen den Edukten A und B liegt. Bei der Herstellung von Emulsionen oder Dispersionen hat dies den Vorteil kleinster Tröpfchengrößen bei homogener Größenverteilung.

In Fig. 2 ist ein weiterer Stapel 15 dargestellt, der aus Mischplatten 20a-d aufgebaut ist, die nun für vier Edukte A bis D ausgelegt sind. Dabei wurde analog zum in Fig. 1 dargestellten Beispiel vorgegangen. Für jedes Edukt A bis D gibt es drei Nebkanäle 24a-d. Diese Nebkanäle 24a-d sind wiederum auf einem Kreis angeordnet, in dessen Mittelpunkt sich der Hauptkanal 23 befindet. Die Anordnung der Ausnehmungen ist wieder drehsymmetrisch um 120° zur Achse längs des Hauptkanals 23. Die einzelnen Mischplatten 20a-20d sind auch wieder baugleich, aber jeweils um 90° gegeneinander verdreht übereinander angeordnet. Daher sind die länglichen Ausnehmungen 25, die die Nebkanäle 24a-d jeweils eines Eduktes A bis D mit dem Hauptkanal 23 verbinden, derart angeordnet, daß in den Platten 20a das Edukt A zum Hauptkanal 23 geführt wird, in den Mischplatten 20b das Edukt B zum Hauptkanal 23 geführt wird, usw.. Die Mischplatten 20a-d sind der Reihe nach alternierend übereinander angeordnet (a, b, c, d, a, b, c, d, a, b, c, d). Dadurch wird ein möglichst homogener Produktstrom erreicht. Durch die äquidistante Anordnung der Nebkanäle 24a-d zum Hauptkanal 23 ist der Druckabfall der Teilstrome der Edukte in allen länglichen Ausnehmungen 25 gleich, was ebenfalls zu einer homogenen Vermischung beiträgt.

In Fig. 3a ist eine Explosionsdarstellung eines Mikromischers dargestellt, der für zwei Edukte A, B ausgelegt ist, wobei das Edukt B radial zum Stapel 15 zugeführt wird und

das Edukt A an der linken Stirnseite des Stapels 15 zentral zugeführt wird.

Der Mikromischer besteht aus den folgenden Komponenten, die in den Fig. 3b-h auch einzeln dargestellt sind: einem Gehäuse 10 (Fig. 3g), zwei Dichtungsringen 33, von denen der eine zwischen der Verteilerplatte 21 und dem Gehäuse 10 angeordnet ist und der andere zwischen dem Gehäuse 10 und der Abdeckplatte 11 angeordnet ist, einer Verteilerplatte 21 (Fig. 3h), Mischplatten 20a, b (Fig. 3d, f), Zwischenplatten 22 (Fig. 3e) und der Abdeckplatte 11 (Fig. 3b). Zusätzlich sind drei Justierstübe 31 dargestellt (die beiden unteren liegen zeichnerisch übereinander), die zum Zusammenbauen des Mixers benötigt werden.

Das Gehäuse 10 ist als ein nach einer Seite offener Quader ausgebildet. Er ist innen hohl, wobei das entfernte Volumen die Form eines Zylinders hat. Der Hohlraum ist derart im Gehäuse angeordnet, daß eine Stirnseite des entfernten Zylinders der offenen Seite des Quaders entspricht. An der gegenüberliegenden Seite befindet sich die Fluidzuführung 12a für das Edukt A. An einer der vier weiteren Seiten ist die Fluidzuführung 12b für das Edukt B angeordnet. Das Edukt B wird also radial zum zylindrischen Hohlraum zugeführt. Beide Fluidzuführungen 12a, b sind in etwa in der Mitte der jeweiligen Quaderseite angeordnet. Wie weiter unten gezeigt werden wird, haben alle Platten im wesentlichen eine kreisförmige Grundfläche. Der aus ihnen zusammengesetzte Stapel hat also zylindrische Form und kann in den Hohlraum des Gehäuses eingesetzt werden. Da das Edukt B radial zugeführt wird, muß zwischen dem Stapel 15 und der Innenwand des Gehäuses 10 ein ringförmiger Raum vorhanden sein, damit sich das Edukt B gleichmäßig um den ganzen Zylinder herum verteilen kann.

Das Gehäuse 10 weist außerdem Bohrungen 34 auf, die, ebenso wie die Fluidzuführung 12a, b, mit einem Gewinde versehen sind, so daß Eduktleitungen an das Gehäuse 10 geschraubt werden können. Diese Bohrungen 34 erstrecken sich durch das gesamte Gehäuse 10 und dienen dazu, die Abdeckplatte 11 an dem Gehäuse festzuschrauben. Die Bohrungen 34 sind in den vier Ecken des Gehäuses 10 parallel zur Zylinderachse bzw. der Stapelachse angeordnet.

In das Gehäuse 10 werden als erstes ein Abdichtungsring 33 und die Verteilerplatte 21 eingeführt. Die Verteilerplatte 21 weist eine kreisförmige Vertiefung 26 auf, auf deren Umfang sechs Ausnehmungen 24a angeordnet sind, die mit den entsprechenden Ausnehmungen in den übrigen Platten die Nebkanäle für das Edukt A bilden. Die Vertiefung 26 ist auf der der Fluidzuführung 12a zugewandten Seite angeordnet, so daß sich eine kleine Sammelkammer für das Edukt A bildet, aus dem das Edukt A in die Nebkanäle 24a einströmt.

Zum einfacheren Übereinanderstapeln der Platten werden nun in drei der Ausnehmungen 24a der Verteilerplatte 21 jeweils ein Justierstift 31 gesteckt. Die übrigen Platten 20a, b, 22 werden auf diese Justierstifte aufgesteckt. Als letztes werden der zweite Abdichtungsring 33 und die Abdeckplatte 11 auf die Justierstifte aufgesteckt und der gesamte Stapel zusammengedrückt, bis sich die Abdeckplatte 11 mit dem Gehäuse 10 zusammenschrauben läßt. Zu diesem Zweck sind in der Abdeckplatte 11 zum einen in den vier Ecken Bohrungen 34 vorgesehen, die die durch das Gehäuse 10 gesteckten Schrauben aufnehmen können, und zum anderen die Bohrungen 32, durch die die Justierstifte hindurchgeführt werden können. Außerdem weist die Abdeckplatte 11 in ihrer Mitte die Fluidabführung 13 für den Produktstrom auf. Die Bohrungen 32 sowie die Fluidabführung 13 sind mit Gewinde versehen. Nach Entfernen der Justierstifte werden die Bohrungen 32 mit Schrauben verschlossen. An die Fluidabführung 13 kann eine Produktleitung geschraubt werden.

Innerhalb des Stapels 15 finden sich neben der Verteilerplatte 21 drei weitere Plattentypen: die Zwischenplatten 22, die Mischplatten 20a und die Mischplatten 20b. Die Zwischenplatten 22 weisen für das Edukt A sowie für den Hauptkanal kleine kreisförmige Ausnehmungen 24a, 23 auf, wobei die sechs Ausnehmungen 24b auf einem Kreis angeordnet sind, in dessen Mittelpunkt die Ausnehmung 23 für den Hauptkanal liegt. Für die Nebenanäle für das Edukt B weisen die Zwischenplatten 22 zwischen den Ausnehmungen 24a V-förmige Aussparungen 24b am Rande der Zwischenplatte 22 auf. Auch diese Aussparungen 24b liegen auf dem Kreis, auf dem auch die Ausnehmungen 24a für die Nebenanäle für das Edukt A liegen.

V-förmige Aussparungen am Rande der Platte zur Bildung der Nebenanäle für das Edukt B weisen auch die Mischplatten 20a auf. Außerdem weisen sie sechs längliche Ausnehmungen 25 auf, die das Edukt A zum Hauptkanal 23 führen. Die sechs länglichen Ausnehmungen 25 bilden zusammen eine sternförmige Ausnehmung. Die V-förmigen Aussparungen 24b sind zwischen den Sternspitzen angeordnet.

Eine ebensolche sternförmige Ausnehmung findet man auch bei den Mischplatten 20b, bei denen durch die sternförmige Ausnehmung das Edukt B zum Hauptkanal 23 geführt wird. Bei den Mischplatten 20b sind keine V-förmigen Aussparungen zwischen den Sternspitzen angeordnet, sondern kreisförmige Bohrungen 24a, die die Nebenanäle für das Edukt A bilden.

Die den Hauptkanal 23 bildende Ausnehmung der Zwischenplatten 22 weist eine viel geringere Querschnittsfläche auf als die sternförmigen Ausnehmungen 23 der Mischplatten 20a, b. Dadurch wird gewährleistet, daß erst die Teilströme des jeweiligen Eduktes zusammenfließen und dann sich das Edukt von allen Seiten gleichmäßig auf die kleinere Ausnehmung in der Zwischenplatte zubewegt und dabei eine über den Umfang der Ausnehmung gleichmäßige Strömung entwickelt. Dadurch wird verhindert, daß die Edukte sich im Hauptkanal in axialen Streifen aneinanderlegen.

In Fig. 4a ist eine einstückige Kombiplatte 35a dargestellt, die die Struktur und Funktion sowohl einer Mischplatte 20b als auch einer Zwischenplatte 22 aufweist. Die Durchbrüche 24a, b für die Nebenanäle sowie 23 für den Hauptkanal sind durchgehend, die Senkungen 36 für die länglichen Ausnehmungen 25 nicht durchgehend.

Gleiches gilt für die Kombiplatte 35b in Fig. 4b, die aus der gedanklichen Verschmelzung von Mischplatte 20a und Zwischenplatte 22 entsteht. Gegenüber der Kombiplatte 35a sind nun die Durchbrüche 24b zu V-förmigen Aussparungen 24c vergrößert, um das Edukt B radial von außen zu führen zu können.

Patentansprüche

1. Statischer Mikromischer für $n, n \geq 2$ Edukte, der ein Gehäuse (10) mit mindestens n Fluidzuführungen (12a, b) und einer Fluidabführung (13) sowie n oder mehr im Gehäuse (10) zu einem Stapel (15) angeordnete Platten (20, 21, 22) aufweist, wobei die Platten (20, 21, 22) Ausnehmungen (24, 25) im Millimeter bis Submillimeterbereich aufweisen, die zusammen einen Hauptkanal (23) zum Abführen des Produktes und mindestens n Nebenanäle zum Zuführen jedes einzelnen Eduktes bilden, die sich durch den gesamten Stapel (15) erstrecken, und wobei in mindestens n Platten (20a-d) zur Bildung von Mischplatten (20a-d) für je ein Edukt eine oder mehrere längliche Ausnehmungen (25) im Millimeter- bis Submillimeterbereich vorhanden sind, die sich jeweils von dem Hauptkanal (23) zu dem oder

den Nebenanälen dieses Eduktes erstrecken.

2. Mikromischer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptkanal (23) zentral längs der Stapelachse angeordnet ist und die Nebenanäle außen um den Hauptkanal (23) herum angeordnet sind.

3. Mikromischer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der Ausnehmungen (24, 25) drehsymmetrisch zur Stapelachse ist.

4. Mikromischer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einer Störseite des Stapels (15) mindestens eine als Verteilerplatte (21) ausgebildete Platte (21) im Stapel (15) angeordnet ist, die eine oder mehrere Ausnehmungen (24, 26) aufweist, die sich von der Fluidzuführung (12) eines Eduktes zu dem oder den Nebenanälen dieses Eduktes erstrecken, und gegebenenfalls weitere Ausnehmungen zur Bildung der Nebenanäle der übrigen Edukte und/oder des Hauptkanals (23) aufweist.

5. Mikromischer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilerplatte (21) bzw. Verteilerplatten (21) sowie die darin befindlichen Ausnehmungen (24, 25) so ausgestaltet sind, daß der zugehörige Druckabfall kleiner als der Druckabfall in den länglichen Ausnehmungen (25) der Mischplatten (20) ist.

6. Mikromischer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen mindestens zwei Mischplatten eine Zwischenplatte (22) angeordnet ist, die für jeden Nebenanal und den Hauptkanal (23) genau eine Ausnehmung (24) aufweist.

7. Mikromischer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zwischenplatte (22) die Ausnehmung für den Hauptkanal (23) eine geringere Querschnittsfläche aufweist als die entsprechende Ausnehmung in der in Strömungsrichtung davor angeordneten Mischplatte (20).

8. Mikromischer nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattendicke der Zwischenplatte (22) bzw. Zwischenplatten (22) der Plattendicke der Mischplatten entspricht.

9. Mikromischer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß von außen die den oder die Nebenanäle eines Eduktes bildenden Ausnehmungen (24b) als Aussparungen am Rand der Platten (20a, 22) ausgebildet sind, mit Ausnahme der Mischplatte (20b) bzw. Mischplatten, deren längliche Ausnehmung (25) bzw. Ausnehmungen sich zu dem oder den Nebenanälen eben dieses Eduktes erstrecken, und die Fluidzuführung (12b) für dieses Edukt im Gehäuse (10) radial zum Stapel (15) angeordnet ist.

10. Mikromischer nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenplatte (22) und die in Strömungsrichtung davor angeordnete Mischplatte (20a, 20b) zusammen als eine einstückige Kombiplatte (35a, 35b) ausgeführt sind, die zur Ausbildung des Hauptkanals (23) und der Nebenanäle Durchbrechungen (24a, 24b) und zur Ausbildung der länglichen Ausnehmungen (25) Senkungen (36) aufweist.

11. Mikromischer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in ihm ein Wärmetauscher integriert ist.

12. Verfahren zum statischen Mischen zweier oder mehrerer Edukte, dadurch gekennzeichnet, daß aus jedem Edukt mindestens ein Hauptstrom gebildet wird, aus dem mindestens ein Teilstrom abgezweigt wird, und die Teilströme aller Edukte in einem Produktstrom vereinigt werden, wobei die einzelnen Edukteilströme der Reihe nach abwechselnd dem Produktstrom zuge-

führt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsgeometrien des Hauptstroms, des Produktstroms und der Teilströme derart bemessen sind, daß der Druckabfall des Hauptstroms 5 ungefähr gleich dem des Produktstroms und klein gegenüber dem Druckabfall der Teilströme ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



2017/11/15 14:00:00

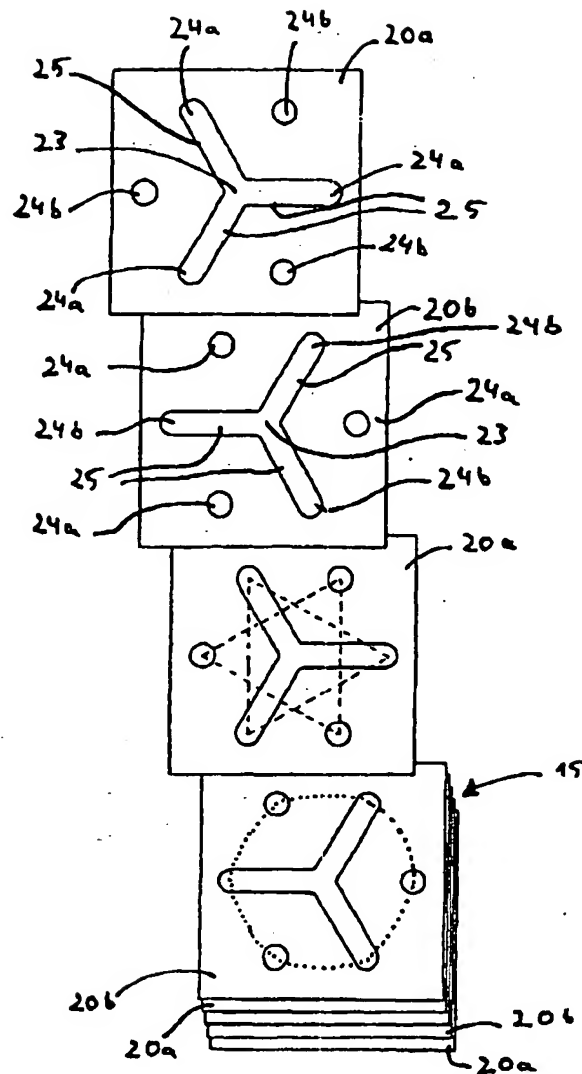


Fig. 1

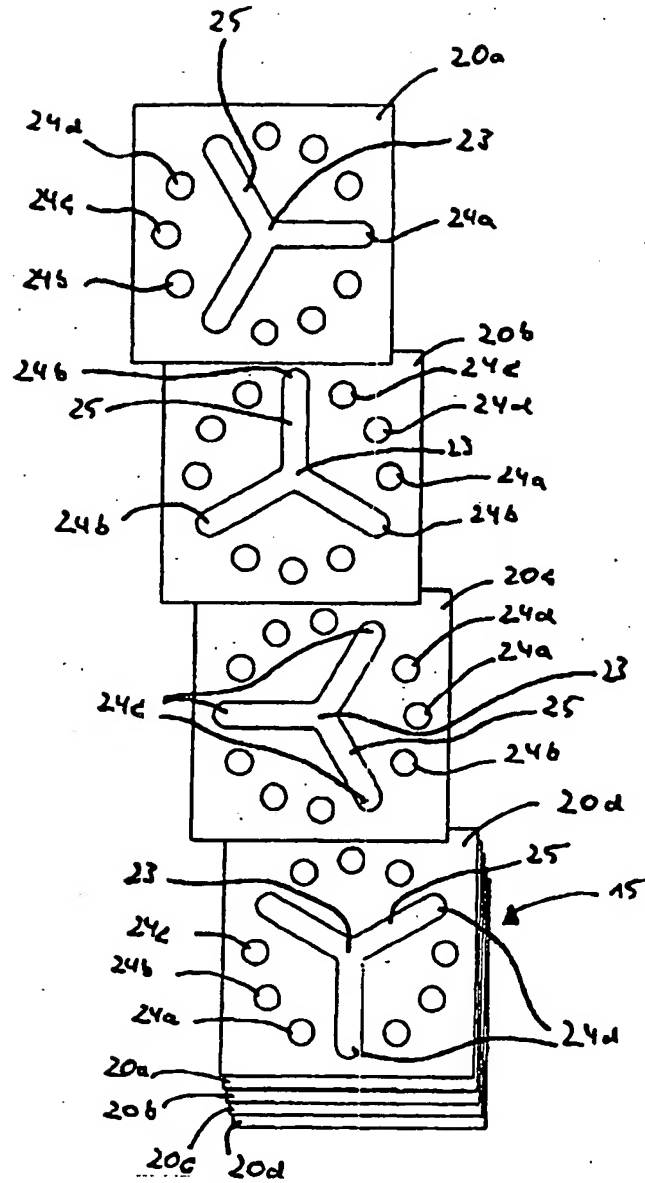
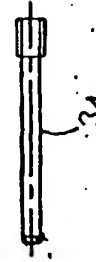
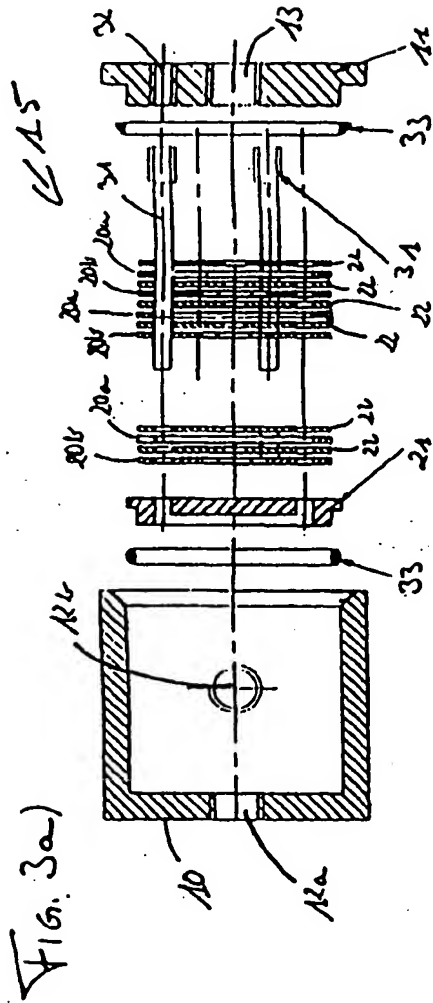


Fig. 2



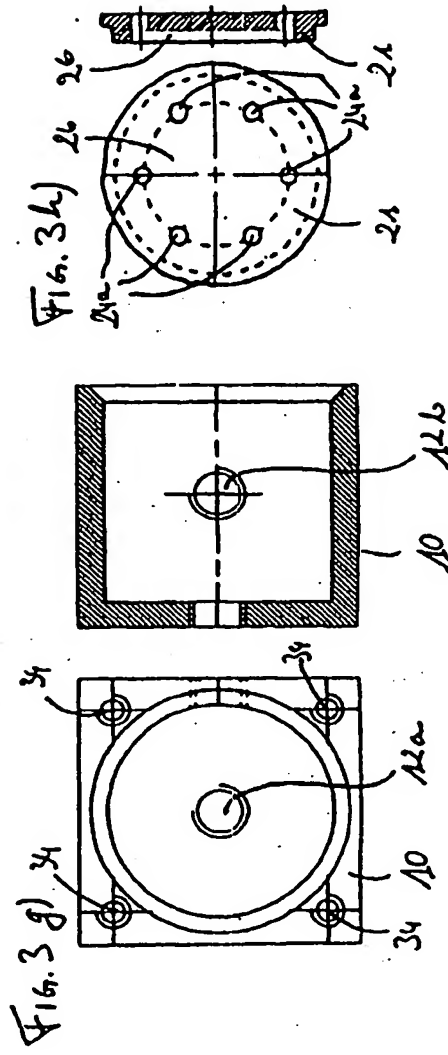
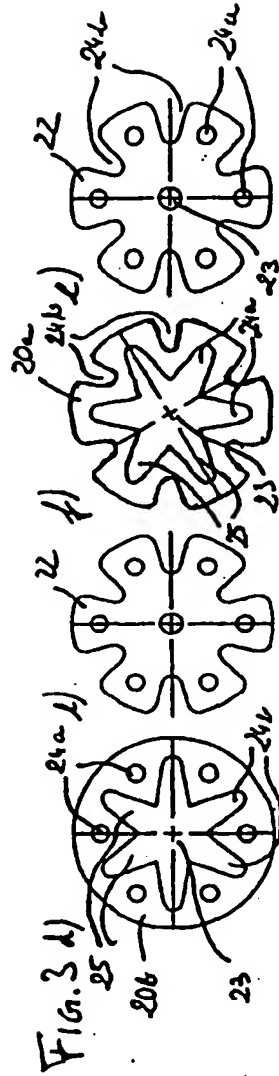


Fig 4a)

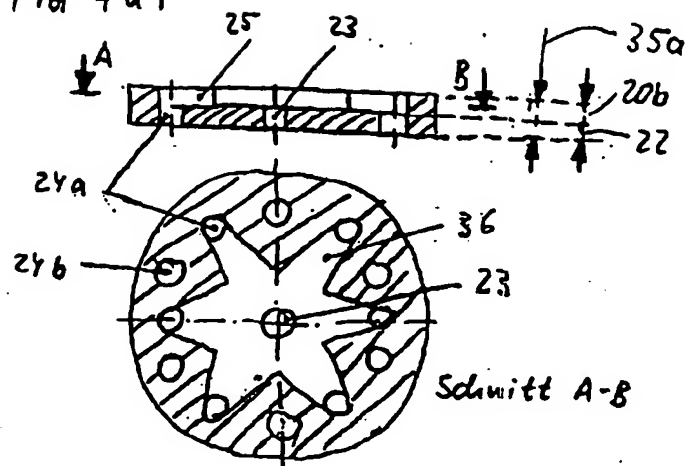
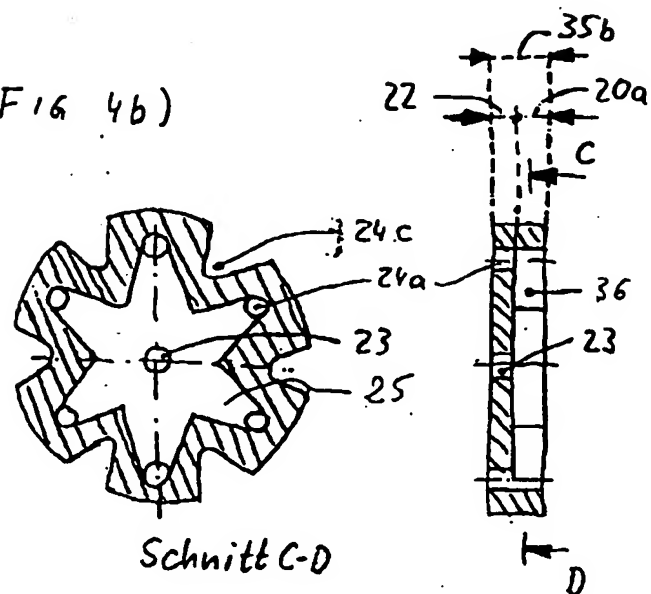


Fig 4b)



Google Translation of D1 (DE 199 27 556 C2)

Abstract

Micro mixers serve mixing Edukten and for example together with heat exchangers as micro reactors are used. The conventional static micro mixers use the principle of the Multilamination, in order to permit a fast mixing over diffusion. The fluid throughput, which is very limited with conventional micro mixers, is to be increased. In addition the homogeneity of the mixing product is to be increased. The static micro mixer for two or more Edukte exhibits 15) arranged plates (20, 21, 22) to a pile (. These plates (20, 21, 22) exhibit recesses (24, 25) in the millimeter to Submillimeterbereich, which form together a forward channel (23) for exhausting the product and co-channels for supplying the individual Edukte. These channels extend by the entire pile (15). In some plates (20a-d) oblong recesses in addition are present, which form a connection between the forward channel (23) and the co-channels of a Eduktes. The micro mixer can being e.g. used in combinatorial chemistry for the production by emulsions and gas liquid dispersions and in the gaseous phase catalysis in the industrial yardstick like the medicament production.

Claims

1. Static micro mixer for n ($n \geq 2$) Edukte, which exhibits a housing (10) with at least n fluid supply (12a, b) and a fluid removal (13) as well as n or more in the housing (10) to a pile (15) arranged plates (20, 21, 22), whereby the plates (20, 21, 22) exhibit recesses (24, 25) in the millimeter to Submillimeterbereich, which form together a forward channel (23) at least for exhausting the product and n of co-channels (24) for supplying each individual Edukts, which in pile direction by the entire pile (15) extend, and how in at least n of the plates (20a-d) for the formation of mixing plates (20a-d) for ever a Edukt one or more oblong recesses (25) in the millimeter to Submillimeterbereich are present, which extend in each case from the forward channel (23) to that or the co-channels (24) of this Edukts.
2. Micro mixer according to requirement 1, by the fact characterized that the forward channel (23) is central arranged along the pile axle and is arranged the co-channels outside around the forward channel (23) around.
3. Micro mixer according to requirement 1 or 2, by the fact characterized that the arrangement of the recesses (24, 25) is turningsymmetrical to the pile axle.
4. Micro mixer after one of the requirements 1 to 3, by it characterized that at at least one face of the pile (15) at least

one is arranged as distributor plate (21) trained plate (21) in the pile (15), one or more recesses (24, 26) exhibits, which from the fluid supply (12) of a Edukts to that or the co-channels (24) of this Edukts extend, and if necessary the remaining Edukte and/or the forward channel (23) exhibits further recesses for the education of the co-channels (24).

5. Micro mixer according to requirement 4, by the fact characterized that the distributor plate (21) and/or distributor plates (21) as well as the recesses in it (24, 25) are so out-arranged that the associated decrease of pressure is smaller than the decrease of pressure in the oblong recesses (25) of the mixing plates (20).
6. Micro mixer after one of the requirements 1 to 5, thus, characterized that between at least two mixing plates (20) an intermediate plate (22) is arranged, which exhibits one recess (24) for each co-channel (24) and the forward channel (23) exactly.
7. Micro mixer according to requirement 6, by the fact characterized that in the intermediate plate (22) the recess for the forward channel (23) exhibits a smaller cross-section area than the appropriate recess in the mixing plate (20), arranged in direction of flow before it.
8. Micro mixer according to requirement 6 or 7, by the fact characterized that the slab thickness of the intermediate plate (22) and/or intermediate plates (22) corresponds to the slab thickness of the mixing plates (20).
9. Micro mixer after one of the requirements 1 to 8, by it characterized that those are designed that or the co-channels (24) of a Edukts forming recesses (24b) as recesses at the edge of the plates (20a, 22) from the outside, with exception of the mixing plate (20b) and/or mixing plates, whose oblong recess (25) and/or recesses extends to that or the co-channels evenly this Edukts, and which fluid supply (12b) for this Edukt in the housing (10) is radially to the pile (15) arranged.
10. Micro mixer after one of the requirements 6 to 9, by the fact characterized that the intermediate plate (22) and the mixing plate arranged in direction of flow before it (20a, 20b) are together as a einstückige combination plate (35a, 35b) implemented, which exhibits 24) breaking through (24a, 24b) for the training of the forward channel (23) and the co-channels (and for the training of the oblong recesses (25) lowerings (36).
11. Micro mixer after one of the requirements 1 to 10, by the fact characterized that in it a heat exchanger is integrated.

12. Procedures for static mixing of two or several Edukte, thereby marked that from each Edukt at least a main stream is formed, from which at least one component current it is branched off, and which are combined component currents of all Edukte in a product stream, whereby the individual Eduktteilströme is supplied alternating in the form to the product stream in sequence that fluid lamellas are laminated one above the other in direction of flow, whereby these diffuse into one another.

13. Procedure according to requirement 12, by the fact characterized that cross section geometry of the main stream, the product stream and the component currents is in such a manner limited that the decrease of pressure of the main stream is approximately equal that of the product stream and small in relation to the decrease of pressure of the component currents.

Description

The invention refers to a static micro mixer for two or more Edukte in accordance with patent claim 1 as well as a procedure for static mixing of two or several Edukte in accordance with patent claim 12. Micro mixers form a main component of so-called micro reactors, which have three-dimensional microstructures, in which chemical conversions are accomplished. The micro reactors attain increasing meaning for example in combinatorial chemistry for the production of emulsions and gas liquid dispersions and in the gaseous phase catalysis. With static mixers thereby mixing is managed by dividing the fluid into component currents and to re+bring together the component currents. With dynamic mixers however mixing takes place for example by means of agitators mainly over convection. Frequently static micro mixers exhibit very complex microstructures, which to be easily damaged to be able and badly to be cleaned be able. A static mixer, which is be manufactured simply and economically and easily cleaned can, is introduced in the US-PS □ 4.514.095. The there mixer exhibits a tubular container with and a derivative opening in its cover and/or base plate. In this tubular container circular mixing plates with passage openings are stacked. An introduced Eduktstrom, which can consist of any number of different Edukte, is split up by a first mixing plate into a central and several peripheral rivers. In the next mixing plates the before formed peripheral stream without change are through-led, while the central Eduktstrom is split up over star shaped running channels, which run toward disk edge, and over peripheral passages into further peripheral stream. The whole of the peripheral stream is united afterwards again to a central river. This mixing process is continued in several mixing zones after the current process described above. This mixer has however a serious disadvantage: In order to achieve as homogeneous a mixture degree as possible, a great many mixing zones must be switched one behind the other. In addition the attainable mixture degree depends on how well the Edukte before the supply was already before-mixed. Particularly problematic the situation, if between the Edukten different reactions with different speeds run off next to each other, is above all if the rate of diffusion smaller than or as several of the reaction rates is. This can lead to a reduction of

the selectivity and thus the yield. Task of the available invention is it to make a micro mixer available and/or accomplish a procedure, which permits it to mix Edukte as homogeneous as possible in shortest time and which permit it, also reactions, whose reaction rate is high in relation to the rate of diffusion, purposefully run off to let. This task is solved in accordance with patent claim 1 by a static micro mixer for n ($n \geq 2$) Edukte, which exhibits a housing with n fluid supply and a fluid removal as well as n or more in housings to a pile arranged plates, whereby the plates exhibit recesses in the millimeter to Submillimeterbereich, which form together a forward channel at least for exhausting the product and n of co-channels for supplying each individual Edukts, which extends in pile direction by the entire pile, and whereby in at least n of the plates for the formation of mixing plates for a Edukt one or more oblong recesses are present in the millimeter to Submillimeterbereich, itself in each case from the forward channel to that or the co-channels of this Edukts extend. In addition the task is solved in accordance with patent claim of 12 by a procedure for static mixing two or several Edukte, which are characterized by it that from each Edukt at least a main stream is formed, from which at least one component current are branched off, and which are combined component currents of all Edukte in a product stream, whereby the individual Eduktteilströme is supplied alternating in the form to the product stream in sequence that fluid lamellas are laminated one above the other in direction of flow, whereby these diffuse into one another. This procedure can be accomplished with the device according to invention as follows: Each Edukt is supplied to the micro mixer and distributed on at least one co-channel. In the co-channels the Edukthauptströme flows. In the place of a co-channel, at which a mixing plate an oblong recess exhibits, which extends from exactly this co-channel to the forward channel, at least one component current of this Eduktes from the main stream branched and to the forward channel led. In the forward channel the product stream flows. The fluid layer thickness or also droplet size, with emulsions or dispersions, which the product stream supplied Edukte mainly determined by the thickness of the mixing plates. The lateral dimensions of the recesses are for this irrelevant and comparatively large. One obtains a particularly good and fast homogeneous mixture because the decrease of pressure of the main streams is approximate equal to the decrease of pressure of the product stream and this is small in relation to the decrease of pressure of the component currents. By these measures and by in sequence alternating supplying of the Eduktteilströme in the forward channel fluid lamellas of small thickness in direction of flow are arranged in layers, which can into one another-diffuse because of the small lamella thicknesses even with lower rates of diffusion very fast. Typical lamella thicknesses and concomitantly mixing disk thicknesses lie between 1 to 300 μm , favourably between 5 and 70 μm . The homogenizing and mixing effect of the mixer can be still increased by reducing the mixing slab thickness. Over the mixing slab thickness the layer thickness of the component currents is stopped in such a manner favourably that the mixture takes place predominantly by diffusion and in smaller measure by convection. In principle it is enough to have for each Edukt a mixing plate but the throughput with constant pressure loss becomes very much larger, if one stacks one above the other up to several hundreds of these plates. Because of the small mixing slab thickness the entire pile nevertheless only few millimeters becomes high. In addition by the relationship of the lateral dimensions of the recesses to the thickness of the mixing

plates it is ensured that the micro mixer according to invention permits a high throughput (for example approx. 5 l/h) with at the same time small decrease of pressure (for example maximum 200 hPa for aqueous media). The structures in the plates can be manufactured economically by stamping machines, punching coining/shaping, injection moulding, corroding or cutting out by means of a laser or also by wire coding in the pile. In order to increase the throughput still further, also a larger number of micro mixers according to invention can be parallel switched. By the very high throughput numerous applications in production processes of the chemical industry are opened for the micro mixer according to invention. It proved as favourable to arrange the forward channel central along the pile axle. The co-channels are outside around the forward channel arranged thereby. If several co-channels in a mixing plate exist to a Edukt, then these are arranged best equidistantly for main line, in order to ensure in all component currents of the Edukts a same decrease of pressure. The oblong recesses, in which the component currents flow, extend radially from the forward channel to the respective co-channel. As particularly favourable it proved, if the arrangement of the recesses is turningsymmetrical in the individual mixing plates to the pile axle. This affects not only positively the decrease of pressure, but simplified also the production of the individual plates. Because now identically constructed single plates can be used, which rotates the individual single plates against each other with different Edukten supplies. In a preferential execution form or several are designed the faces of the pile forming plates as distributor plates. These one or more distributor plates exhibit one or more recesses, which extend from the fluid supply of this Edukts to that or that co-channels of this Edukts depending upon number of co-channels for the respective Edukt. Depending upon number of Edukte and number of distributor plates and/or according to whether at the certain face of the pile also the fluid removal for the product stream is arranged, which stand with the forward channel in connection, exhibits a distributor plate also further recesses for the formation of the co-channels of the remaining Edukte and/or the forward channel. The distributor plates contribute to distribute the Edukte evenly and with as small a pressure loss of the fluid supply as possible on the co-channels as well as to exhaust the mixing product for the avoidance of Folgereaktionen as fast and freely as possible from dead volumes. As even a Eduktverteilung as possible can be achieved, if fluid resistances in the recesses of the distributor plates in relation to the fluid resistances in the oblong recesses of the mixing plates are small. This is reached preferably by the fact that the slab thickness of the distributor plates is large in relation to the slab thickness of the mixing plates. In a further preferential execution form an intermediate plate is arranged between at least two mixing plates, which exhibits one recess for each co-channel and the forward channel exactly. Preferring way is between all mixing plates such an intermediate plate. By inserting the intermediate plate the product stream goes through a short section of the forward channel, in which the Edukte in the product stream can mix itself, before the next Edukt is supplied. Preferably the recess for the forward channel exhibits a smaller cross-section area than the appropriate recess in the mixing plate arranged in direction of flow before it in the intermediate plate. It is reached that the Edukt is evenly over the range of the forward channel distributed. Since the mixing plates following in direction of flow supply the Edukte transferred in the plate plane around an angle, the danger exists that

the Edukte in axial strips (as with tooth paste) together-stores itself. By inserting an intermediate plate with closer forward channel recess it is ensured that only the component currents flow together and itself then the Edukt from all sides evenly on the smaller recess in the intermediate plate too moved and a current even over the range of the recess develops. For the pressure and flow conditions it is most favorable, if the slab thickness of the intermediate plates correspond to the disk thicknesses of the mixing plates. In addition by the fact it is avoided that the dimensions of the micro mixer become too large. From mental merging of mixing and intermediate plate results a combination plate, which exhibits break-throughs for main and co-channels, but not continuous oblong recesses (lowerings) between the forward channel break-through and the co-channel break-throughs. For this particularly suitable manufacturing processes are the punching coining/shaping or the injection moulding. In a special arrangement of a combination plate branches of the co-channel break-through two or more oblong recesses off, so that from the main stream of the Edukts two or more component currents are branched off and supplied to the forward channel. It is also conceivable that the recess connecting the co-channel break-through with the forward channel break-through is trained in the kind of the Bifurkationskaskade. Here a component current is branched off by the main stream of the Edukts and divided in 2^n component currents (n = number of stages of the Bifurkationskaskade). Thereby in such a way received component currents, which are supplied to the product stream, exhibit identical flow rates. In a further preferential execution form one is supplied the Edukte to the pile radially from the outside. The co-channels belonging to this Edukt are designed as recesses at the edge of the plate. Thereby the mixing plates, which lead the component currents of this Edukts, form an exception. With these mixing plates and all other recesses it concerns otherwise preferentially breaking through. This execution form is suitable particularly well for the mixture of two Edukten. In this case the fluid removal for the product stream at a face of the pile is arranged, the supply for a Edukt at the other face arranged and the supply for the second Edukt laterally at the housing arranged. A cavity present between the housing inner wall and the pile external wall is filled out completely by this second Edukt and therefore the second Edukt is supplied by all sides the pile. For the use of the micro mixer according to invention for strongly exotherms or endotherms reactions it is favourable, if in it a heat exchanger is integrated. In addition either the plates can exhibit additional recesses, in order to take up cool or heat pipes. One can arrange such a cool or heat pipe also central in the forward channel, so that the product stream is led around around this heating or condenser tube. The plates can be sealed also against each other, for example by diffusion brazing or diffusion bonding, so that without pipes and be led the cool or heating liquid can do directly by the additional recesses can. The available invention is to be described on the basis the attached designs more near.

Show Fig. 1 mixing plates for two Edukte, Fig. 2 mixing plates for four Edukte, Fig. 3a an explosion representation of a micro mixer for two Edukte with the individual components on average, Fig. 3b-h the individual components of the micro mixer from Fig. 3a, Fig. 4a a first example of a combination plate, and Fig. 4b a second example of a combination plate. In Fig. 1 is represented a pile 15 from mixing

plates 20a, b for two Edukte A, B. These mixing plates 20a, b exhibit three recesses 24a for the Edukt A and for the Edukt B three recesses 24b. The recesses 24a, b of a Eduktes are located on the corners of an equilateral triangle in each case. The two triangles are suggested by broken lines. Both triangles are against each other rotated around 60° . Therefore all recesses 24a, b are on a circle (suggested by a scored line), in whose center the forward channel 23 is arranged. Over the forward channel 23 the mixing product flows off. Except the recesses each mixing plate 20a, b three oblong recesses 25 exhibits 24a, b and the forward channel 23. These oblong recesses 25 extend from the co-channels 24 of a Eduktes forming recesses 24a or 24b radially inward to the forward channel 23, whereby the ranges of the oblong recesses 25 in the center of the mixing plates 20a, b form the forward channel. The arrangement of the recesses 24a, b, 23, 25 is turningsymmetrical therefore around 120° to the longitudinal axis of the pile 15, which runs along the forward channel 23. The mixing plates 20a and 20b are thus identically constructed. They are however alternating arranged around 180° against each other rotated one above the other. Thereas a result of it arises that those lie also congruently one above the other in each case the co-channels and the other Eduktes forming recesses 24a and 24b and the forward channel 23 forming ranges of the recesses 25 lie one above the other. In addition the oblong recesses are 25 thereby arranged that in the mixing plates 20a the Edukt A from the co-channels 24a is led to the forward channel 23, in the mixing plates 20b however the Edukt B by the co-channels 24b to the forward channel 23 are led in such a manner.

Thus in the forward channel 23 thin fluid lamellas, whose thickness is determined by the mixing slab thickness, are arranged in layers each Eduktes. The mixing slab thickness is so small selected, preferably between 5 and $70 \mu\text{m}$ that the two Edukte A and B can mix with a speed by diffusion, which lies more highly than the reaction rate of the desired reaction between the Edukten A and B. During the production of emulsions or dispersions this has the advantage of smallest droplet sizes during homogeneous size distribution. In Fig. a further pile 15 is represented 2, which is composed of mixing plates 20a-d, which are appropriate now for four Edukte A to D. Became similar to in Fig. 1 represented example proceeded. For each Edukt A to D there are three co-channels 24a-d. These co-channels 24a-d are again located on a circle, in whose center the forward channel 23 is. The arrangement of the recesses is again turningsymmetrical around 120° to the axle along the forward channel 23. The individual mixing plates 20a-20d are also again identically constructed, but rotates against each other in each case around 90° one above the other arranged. Therefore the oblong recesses 25, which connect the co-channels 24a-d in each case a Eduktes A to D with the forward channel 23, in such a manner that in the plates 20a the Edukt A is led to the forward channel 23, into which mixing plates 20b the Edukt B are arranged to the forward channel 23 is led, etc. The mixing plates 20a-d are in sequence alternating one above the other arranged (A, b, C, D, A, b, C, D, A, b, C, D). Thus as homogeneous a product stream as possible is reached. By the equidistant arrangement of the co-channels 24a-d to the forward channel 23 the decrease of pressure of the component currents of the Edukte is equal in all oblong recesses 25, which likewise contributes to a homogeneous mixture. In Fig. 3a is represented an explosion representation of a micro mixer, which is appropriate for two Edukte A, B, whereby the

Edukt B is supplied radially to the pile 15 and the Edukt A at the left face of the pile 15 is central supplied. The micro mixer consists those of the following components, in the Fig. 3b-h are also individually represented: a housing 10 (Fig. 3g), two gaskets 33, by which the one between the distributor plate 21 and the housing 10 is arranged and which other one is arranged between the housing 10 and the cover plate 11, a distributor plate 21 (Fig. 3h), mixing plates 20a, b (Fig. 3d, f), intermediate plates 22 (Fig. 3e) and the cover plate 11 (Fig. 3b). Additionally three adjusting staffs 31 are explained (the two lower lie graphically one above the other), that are needed for assembling the mixer. The housing 10 is trained as after a side of open right parallelepipeds. It is inside hollow, whereby the distant volume has the form of a cylinder. The cavity is in such a manner in the housing arranged that a face of the distant cylinder corresponds to the open side of the right parallelepiped. At the opposite side is the fluid supply 12a for the Edukt A. at one of the four further sides is arranged the fluid supply 12b for the Edukt B. The Edukt B is supplied thus radially to the cylindrical cavity. Both fluid supply 12a, b are arranged in for instance the right parallelepiped side respective in the center. As will be further down shown, to have all plates essentially a circular surface area. The pile built up from them has thus cylindrical form and can into the cavity of the housing be inserted. Since the Edukt B is radially supplied, a circular area must be present between the pile 15 and the inner wall of the housing 10, so that the Edukt B can distribute itself evenly around the whole cylinder. In addition the housing 10 exhibits drillings 34, those, just as the fluid supply 12a, b are threaded, so that Eduktleitungen can be screwed to the housing 10. These drillings 34 extend by the entire housing 10 and serve to screw the cover plate 11 onto the housing. The drillings 34 are arranged in the four corners of the housing 10 parallel to the cylinder axle and/or the pile axle. Into the housing 10 as the first a sealing ring 33 and the distributor plate 21 are inserted. The distributor plate 21 exhibits a circular recess 26, on their extent six recesses 24a is arranged, which form the co-channels for the Edukt A with the appropriate recesses in the remaining plates. The recess 26 is arranged on that the fluid supply 12a turned side, so that a small Sammelkammer for the Edukt A forms, from which the Edukt A into the co-channels 24a flows in. To simpler over each other piles of the plates now into three of the recesses 24a of the distributor plate 21 in each case a adjusting pin 31 are. The remaining plates 20a, b, 22 are attached to these adjusting pins. As the latter the second sealing ring 33 and the cover plate 11 are attached to the adjusting pins and the entire pile is squeezed together, until the cover plate 11 with the housing 10 can be screwed together. For this purpose 11 on the one hand in the four corners drillings 34 are intended, which the screws fitted by the housing 10 take up can in the cover plate, and on the other hand the drillings 32, which the adjusting pins can be passed through. In addition the cover plate 11 in their center exhibits the fluid removal 13 for the product stream. The drillings 32 as well as the fluid removal 13 are threaded. After removing the adjusting pins the drillings 32 with screws are locked. To the fluid removal 13 a product line can be screwed. Within the pile 15 21 three further disk types are beside the distributor plate: the intermediate plates 22, the mixing plates 20a and the mixing plates 20b. The intermediate plates 22 exhibit for the Edukt A as well as for the forward channel small circular recesses 24a, 23, whereby the six recesses 24b on a circle are arranged, in whose center the recess 23 for the forward channel lie.

For the co-channels for the Edukt B the intermediate plates exhibit 22 recesses 24b at the edge of the intermediate plate 22, V-shaped between the recesses 24a. Also these recesses 24b are on the circle, on which also the recesses 24a for the co-channels for the Edukt A are. V-shaped recesses at the edge of the plate for the formation of the co-channels for the Edukt B exhibit also the mixing plates 20a. In addition they exhibit six oblong recesses 25, which lead the Edukt A to the forward channel 23. The six oblong recesses 25 form together a sternenförmige recess. The V-shaped recesses 24b are arranged between the star points. One finds an identical star shaped recess also with the mixing plates 20b, with which by the star shaped recess the Edukt B is led to the forward channel 23. With the mixing plates 20b no v förmigen recesses between the star points are arranged, but circular drillings 24a, which form the co-channels for the Edukt A. Those the forward channel 23 screen end recess of the intermediate plates 22 exhibits a much smaller cross-section area than the star shaped recesses 23 of the mixing plates 20a, b. in the fact is ensured that only the component currents of the respective Eduktes flow together and then itself the Edukt from all sides evenly on the smaller recess in the intermediate plate approached and a current even over the range of the recess develops. Thus it is prevented that the Edukte together-puts in the forward channel in axial strips. In Fig. 4a is represented a einstückige combination plate 35a, which exhibits the structure and function both a mixing plate 20b and an intermediate plate 22. The break-throughs 24a, b for the co-channels as well as 23 for the forward channel are continuous, the lowerings 36 for the oblong recesses 25 not continuous. Same applies to the combination plate 35b in Fig. 4b, which develops from the mental fusion of mixing plate 20a and intermediate plate 22. Opposite the combination plate 35a now the break-throughs 24b are increased to V-shaped recesses 24c, in order to be able to supply the Edukt B radially from the outside.